

## Treća međunarodna konferencija o aditivnim proizvodnjama – iCAT 2010

Priredili: Damir GODEC i Igor DRSTVENŠEK

# iCAT 2010

International Conference on Additive Technologies

### Uvod

Treća međunarodna konferencija o aditivnim (generativnim) tehnikama iCAT 2010 u jednome od najzapadnijih slovenskih gradića, Novoj Gorici, okupila je od 22. do 24. rujna 2010. vodeće predavače s područja brze proizvodnje tvorevina. Više od stotinu autora predstavilo je u 40 prezentacija i 14 posterskih radova novosti, trendove i primjere uspješne primjene aditivnih tehnika u razvoju i proizvodnji tvorevina u vrlo različitim područjima: od općeg strojarstva, preko medicine, do obućarske industrije. Konferenciju je organizirao *Zavod za proizvodno strojarstvo Fakulteta strojarstva Sveučilišta u Mariboru*.

Prije šest godina prof. dr. sc. Igor Drstvenšek prepoznao je važnost područja aditivne proizvodnje (e. *Additive Manufacturing*, AM) te pokrenuo održavanje prve međunarodne konferencije o toj temi na ovim prostorima (e. *International Conference on Additive Technologies – iCAT*). Organizatori su i ovaj put uspjeli privući pozornost mnogim vodećim imenima s područja aditivnih postupaka proizvodnje tvorevina, tako da ih je na listi sudionika konferencije bio velik broj. Među njima bili su: Terry Wohlers, Ian Gibson, Paul Bates, Ian Campbell, Jukka Tuomi, Phillipe Bertrand i Paulo Bartolo. To su stručnjaci koji u svakodnevnom radu promiču primjenu i razvoj aditivnih postupaka proizvodnje tvorevina, koje mnogi smatraju novom industrijskom (r)evolucijom zbog novih mogućnosti koje pružaju u razvoju i proizvodnji novih proizvoda.

### Predavanja

Prvi predavač, Terry Wohlers (slika 1), čiji su godišnji izvještaji s područja aditivne proizvodnje tvorevina obvezno *štivo* za sve koji se bave tim područjem, u svom je predavanju objasnio trenutačno stanje na ovom području te pokušao dati naznake budućih kretanja. Izvijestio je nazočne da je osnovano tijelo pri ASTM-u (*American Society for Testing And Materials*) za područje aditivne proizvodnje. Tijelo se među ostalim bavi i terminologijom unutar ovoga područja, pa je za dosadašnje pojmove brza proizvodnja prototipova (e. *Rapid Prototyping*), brza proizvodnja kalupa (e. *Rapid Tooling*), brza/izravna proizvodnja (e. *Rapid/Direct Manufacturing*) i aditivna slojevita proizvodnja (e. *Additive Layered Manufacturing*) definiran krovni naziv aditivna proizvodnja (e. *Additive Manufacturing*). Sudjelovanje u radu toga tijela omogućeno je svakomu tko želi svojim primjedbama i prijedlozima unaprijediti područje aditivne proizvodnje.

T. Wohlers također je istaknuo kako je tijekom 2009. godine unatoč svjetskoj krizi zabilježen porast od gotovo 14 % u prodaji sustava za navedene postupke. Istodobno je zabilježen pad prodaje *radnih mjesta* za CAD programe od gotovo 34 %. Veliku većinu sustava koji se unatrag godinu dana prodaju na svjetskim tržištima čine jeftiniji sustavi koji se uglavnom ubrajaju u postupke 3D tiskanja. Trećina svih sustava instaliranih u 2009. godini proizvedena je u tvrtkama *ZCorporation* i *Stratasy*.

Valja istaknuti još dva predavača. Ian Campbell predstavio je prve pokušaje da se načini repozitorij kao podrška razvoju (konstruiranju) za aditivnu proizvodnju. Takav je trend na tragu nekih predviđanja prema kojima u budućnosti ljudi neće kupovati proizvode. Naime, daljnje usavršavanje sustava za aditivnu proizvodnju, razvoj novih materijala i pad cijene čitavih sustava omogućit će svakom kućanstvu posjedovanje nekoga od AM sustava. Na taj način doći će se do tzv. proizvodnje *a la carte*, pri čemu će na *jelovniku* biti digitalni (računalni) oblici zapisa željene

tvorevine, koji će se moći do neke mjere i mijenjati. Kako se postupci aditivne proizvodnje znatno razlikuju od klasičnih postupaka, potrebno je kreativnim i inovativnim dizajnom i konstrukcijskim rješenjima buduće proizvode prilagoditi novim postupcima. Stoga se već ulaže velik trud da se na odgovarajući način sistematiziraju moguća konstrukcijska rješenja budućih proizvoda koja će maksimalno iskoristiti potencijale aditivnih postupaka.



SLIKA 1 - Terry Wohlers (iCAT 2010) (Foto: D. Pogačar)

Ian Gibson predstavio je *RapidPRE*, novi sustav za aditivni proizvodni postupak temeljen na reakcijskom ekstrudiranju poliuretana. Postupak je sličan očvršćivanju taloženjem (e. *Fused Deposition Modeling*, FDM). Posebno razvijenom opremom na radnu se podlogu u slojevima nanosi vosak koji služi kao potporni materijal ili kao kalupna šupljina, slijedi ekstrudiranje smjese poliola i izocijanata pri niskom tlaku te brzo polimeriziranje i umreživanje pri sobnoj temperaturi. Nakon umreživanja, s pomoću stlačene vode uklanja se vosak. Kako je riječ tek o projektu u razvoju, predavač je istaknuo trenutačne prednosti i nedostatke novog postupka te najavio poboljšanja u daljnjim fazama razvoja.

Posebno je zanimljivo bilo predavanje Richarda Haguea, koje već svojim naslovom plijeni pozornost - *Je li aditivna proizvodnja univerzalni lijek za okoliš?* Konačan odgovor sigurno će donijeti budućnost, no činjenica je kako postupci aditivne proizvodnje rezultiraju manjim otpadom od nekih drugih proizvodnih postupaka. Uz to, moguća je i reciklaža određenih materijala (primjerice poliamidni prah pri SLS postupku), za koju nije potrebna dodatna količina energije kao što je to slučaj primjerice s oporabom metala u klasičnoj obradi. Konačno, inovativne konstrukcije novih proizvoda, kakve omogućuju samo aditivni proizvodni postupci, mogu sadržavati manje materijala (šupljikave strukture) uz jednaka ili čak i bolja svojstva od klasične – kompaktne strukture proizvoda.

Prvi konferencijski dan završio je temom uporabe aditivnih tehnologija u praksi te međunarodnim trendovima na tom području. Deon DeBeer (*Vaal University of Technology*, Južnoafrička Republika) na konkretnim je primjerima uporabe i prijenosa znanja objasnio razvoj primjena za aditivne proizvodnje u Južnoafričkoj Republici. Richard Hague (*Loughborough University*) predstavio je istraživački projekt kojim se želi odrediti ekološka opravdanost aditivnih postupaka, određivanjem emisija ugljika pri izradi određenog proizvoda. Među važnijim zaključcima predavača valja istaknuti mogućnost proizvodnje u blizini korisnika, što znatno smanjuje

uporabu energije za transport proizvoda, što je danas jedan od glavnih izvora stakleničkih plinova iz perspektive životnog vijeka proizvoda.

Zatim je slijedio okrugli stol, koji je organizator priredio u suradnji s globalnim udruženjem za brzu proizvodnju (*GARPA*), na kojem su stručnjaci iz različitih zemalja i institucija ukratko predstavili kojim se područjima unutar aditivne proizvodnje bave, kojim projektima i s kakvim rezultatima. Takav okrugli stol sada je bio organiziran prvi put, s vrlo dobrim odazivom, jer su stručnjaci na jednome mjestu dobili informacije i sliku o tome koje su teme istraživanja vodećih institucija i ljudi u svijetu aditivne proizvodnje. Završetak prvog dana obilježilo je predstavljanje autora koji su na konferenciji izlagali posterske radove te rasprava o temi tako predstavljenih radova.

Prvog dana konferencije također je organiziran godišnji susret udruženja *GARPA* (e. *GARPA Global Summit*), koji je prvi put održan u Sloveniji (preko mreže *RAPIMAN*, od 2006. godine članice *GARPA-e*).

Drugi dan konferencije bio je podijeljen u dva dijela. U prvom dijelu u tri bloka s ukupno osam predavanja predstavljena je primjena aditivne proizvodnje u medicini. Predavanja su bila o temi primjene aditivnih postupaka za proizvodnju medicinskih implantata, učvršćenja, uređaja, pa čak i korak dalje, za proizvodnju tkiva, što vodi u sljedećem koraku proizvodnji ljudskih organa. Valja izdvojiti predavanja koja su otvorila obje sekcije. U jednome od njih Stephen Rouse (*Walter Reed Army Medical Center*, Washington, SAD) predstavio je dostignuća u izradi usadaka obraza za vojnike ozlijeđene u napadima na Bliskom istoku i Afganistanu. U drugom je predavanju Nataša Ihan Hren (*Medicinski fakultet, Sveučilište u Ljubljani*) opisala problem dijagnosticiranja i predoperativnog planiranja zahvata pri urođenim anomalijama obraza, koje nastoje uspješno rješavati skeniranjem obraza u interdisciplinarnoj suradnji s *Fakultetom za strojarstvo Sveučilišta u Mariboru*.

Bio je organiziran i stručni posjet tvrtki *MBN Nanomaterialia* u Trevisu (Italija). Kako je to već očito iz samog naziva tvrtke, riječ je o proizvođaču nanomaterijala (uglavnom metali, a od polimernih materijala imaju zastupljene poliamide), koji je kroz europski FP6 projekt *ManuDirect* otišao korak dalje i razvio uređaj nazvan *ManuDirect* za mikroproizvodnju izravnim laserskim srašćivanjem. Time je predstavljena nova platforma za primjenu mikroproizvoda načinjenih aditivnim postupkom.

Drugog dana podijeljene su i nagrade organizatora konferencije te uredništva časopisa *Rapid Prototyping Journal*. Među nagrađenima valja istaknuti Sadegha Rahmatija (*Sveučilište iz Azada*, Iran), koji je dobitnik nagrade za najbolji rad na konferenciji o temi planiranja kirurškog zahvata s pomoću računalnog programa te za izradu proteze za kuk aditivnom proizvodnjom.

Posljednjeg dana konferencije održano je još šest blokova predavanja u dvije usporedne sekcije i završnoj sekciji. Jedno od predavanja bilo je posvećeno jedinom postupku koji nije aditivan, no odvija se slojevito, ne zahtijeva alate i već se neko vrijeme rabi pri izradi prototipova i manjih serija proizvoda. Riječ je o postupku inkrementalnog preoblikovanja limova, koji su u Finskoj razvili do stupnja da ga serijski upotrebljavaju mnoge finske tvrtke. Jouni Partanen (*Helsinki University of Technology*) predstavio je sve vidove te poslovni model inkrementalnog preoblikovanja, koji je razvijen u suradnji sveučilišta i industrijskih partnera.

Jedan blok bio je posvećen području primjene aditivne proizvodnje u medicini. Poseban je blok posvećen uvođenju aditivne proizvodnje u obrazovne sustave, povezanosti aditivne proizvodnje i osiguranja kvalitete te analizi i usporedbi pojedinih postupaka aditivne proizvodnje. U završnoj sekciji, u osam predavanja uglavnom su dani prikazi dostignuća tvrtki koje razvijaju i proizvode i/ili zastupaju sustave za aditivnu proizvodnju.

U radu konferencije sudjelovali su i autori iz Hrvatske. A. Pilipović održala je predavanje o utjecaju postupka selektivnoga laserskog srašćivanja

na svojstva gotovih tvorevina. D. Godec u posterskoj je sekciji predstavio primjere uspješne primjene aditivnih postupaka brze proizvodnje tvorevina u rješavanju zadataka kao što su razvoj novog proizvoda ili izrada rezervnog dijela starijeg uređaja koji više nije moguće naći na tržištu.



a)



b)

SLIKA 2 - *ManuDirect* (*MBN Nanomaterialia*): a) uređaj *ManuDirect*, b) mikroproizvodi (Foto: A. Pilipović)

## Izložba

Svoje uređaje, materijale i proizvode s područja aditivne proizvodnje predstavile su u izložbenom prostoru tvrtke *Voxeljet* (proizvode 3D pišalice i materijal PMMA za aditivnu proizvodnju tvorevina), *EOS* (vodeći svjetski proizvođač opreme i materijala za *SLS* postupak aditivne proizvodnje), *Objet* (proizvođač opreme i materijala za postupke aditivne proizvodnje *PolyJet* i *PolyJet Matrix*, *Solido* (noviji proizvođač opreme i materijala za laminiranje slojevitih proizvoda od PVC folija) te *RPS* (slovenska tvrtka koja se bavi reverznim inženjerstvom). Sve tvrtke izlagači predstavile su novosti iz svojih proizvodnih i uslužnih programa.

## Zaključak

I. Drstvenšek već je u *Uvodniku Zbornika konferencije* istaknuo kako je jedna od glavnih prednosti razvoja i primjene aditivnih postupaka proizvodnje tvorevina suradnja stručnjaka iz različitih područja na zajedničkim projektima, čime je omogućen dodatni napredak na tom polju. Takvi projekti omogućuju uključivanje novih stručnjaka koji nalaze svoj novi interes u novom području istraživanja i njihove *svježe krvi*, odnosno drukčijih pogleda na rješavanje postavljenih problema, što otvara potpuno nove vidike. U proteklih nekoliko godina svjedoci smo masovnoj *migraciji* interesa s, primjerice, čistog strojarstva na područje medicine. Pri tome se inženjeri strojarstva potpuno prilagođavaju medicinskim struč-



njacima kako bi im mogli pružiti zadovoljavajuću tehničku podršku u rješavanju zahtjevnih zadataka. Takva suradnja dviju struka, zajedničkom uporabom aditivnih postupaka proizvodnje i razvojem novih materijala, za neko vrijeme može vrlo vjerojatno rezultirati ostvarenjem sna o mogućnostima kupnje primjerice ljudskog organa po mjeri svakog pojedinca preko interneta. Osim te interdisciplinarnosti koju zahtijeva maksimalno iskorištavanje potencijala aditivnih postupaka proizvodnje, ne smije se smetnuti s uma ni odgovarajuće obrazovanje budućih stručnjaka, koji će inovativnim i kreativnim idejama pomicati granice mogućnosti razvoja i proizvodnje novih tvorevina. Takve pomake mogu im omogućiti jedino aditivni postupci proizvodnje tvorevina.

Nažalost, institucije za formalno obrazovanje još nisu spremne maksimalno iskoristiti nove aditivne postupke kao edukacijska i didaktička

pomagala. Jedno od opravdanja za to moguće je naći u teškoj dostupnosti sustava za aditivne postupke obrazovnim institucijama zbog još uvijek vrlo visokih cijena sustava. To, naravno, za sobom povlači visoke investicije u obrazovne sustave, a tu se neizbježno dolazi do pitanja politike i zakonodavstva. Na konferenciji je, međutim, prikazan trend, odnosno val pojave jeftinijih sustava koji mogu biti dostupniji svima. Uz to, moguće se također nadati kako će aditivni postupci i njihova primjena u budućnosti promijeniti način razmišljanja većine, a time i način obrazovanja novih stručnjaka. Konačno, takvo bi stanje trebalo rezultirati većim brojem političara okrenutih proizvodnji, koji će moći razumjeti da se većina svjetskih problema može riješiti primjenom odgovarajućih tehnologija umjesto ispraznim parolama i dosadnim raspravama.

## IZ TISKA

### Sasjeći u korijenima

Uvodnik časopisa *Plastics in Packaging* (veljača 2011.) potpisuje glavni urednik Steve Pacitti.

Što je zajedničko političkom znanstveniku Henryju Kissingeru i bioplastici? Kako bismo odgovorili na to pitanje, moramo se vratiti u šezdesete godine prošloga stoljeća, kada je Kissinger predvidio povratak gladi širokih razmjera zbog zapadne financijske politike koja je efektivno tretirala hranu kao instrument nacionalne moći.



Steven PACITTI, glavni urednik britanskoga časopisa *Plastics in Packaging*

Nedavno je bioplastika doživjela svoj dio kritike, uvelike zahvaljujući onomu što profesor Igor Čatić sa *Sveučilišta u Zagrebu* naziva industrijskom i medijskom propagandom koja zahtijeva da sve bude zeleno (ekološko), dakle s polja. On tvrdi da se može reći da to ide u prilog onima koji su 1962. godine u Ujedinjenim narodima nametnuli slogan *Hrana je oružje*.

Njegovi su komentari bili dio e-maila snažnih riječi koji sam primio nakon *K showa*, u kojem

Čatić kritizira poster koji je bio izložen na štandu talijanskog proizvođača bioplastike, tvrtke API SpA, a koji prikazuje damu koja se zaprepasti na spomen riječi *plastika*.



Poster sa štanda tvrtke API SpA, talijanskoga proizvođača bioplastike ([www.apiplastics.com](http://www.apiplastics.com))

Čatić se toliko razbjesnio zbog onoga što on naziva *nezapamćenim napadom na plastiku* da je nakon toga kontaktirao s mnogim urednicima časopisa da daju podršku i vrate povjerenje u činjenicu da je plastika najvažniji i najekološkiji materijal ovog doba.

I sâm sam zamijetio taj poster na izložbi, i doista je to bila snažna kampanja premda poruka i nema pravilno utemeljenje u znanosti. Čatić vjeruje da zapadne zemlje moraju biti reindustrijalizirane na temelju moderne proizvodnje, a ne financijske industrije i korištenja hrane kao oružja.

Zapravo, studija koju je izradila austrijska konzultantska tvrtka za održivost *Denkstatt* krajem prošle godine dala je najjasniju sliku do sada o emisijama ugljičnog dioksida konvencionalne plastike nasuprot alternativnim materijalima.

*Denkstatt* je izvijestio da se korištenjem nafte za proizvodnju plastike uštedi više stakleničkih plinova nego u ostalim sektorima. Na primjer, ambalaža za hranu smanjuje troškove prijevoza i goriva, dok izolacijska plastika štedi energiju u zgradama.

Iako je konzultantska tvrtka plastiku okarakterizirala kao jedan od najekološkijih materijala 21. stoljeća, bioplastika nije obuhvaćena studijom jer je količina tih materijala izvan statističkih granica u općoj industriji plastike. A da bi se njihov kapacitet povećao, ulazimo u *polje* rasprave o tome treba li žrtvovati poljoprivredno zemljište za usjeve.

Čatić postavlja zanimljivu tezu da je priroda samo ono što priroda proizvede, dok globalna poljoprivreda znači nešto što je stvorio čovjek. On kaže da nema obnovljivih izvora energije ili hrane i da je za sve što treba rasti u prirodnom okružju potreban ljudski rad, energija (a to je još uvijek uglavnom nafta), gnojiva i pesticidi. Osim toga mnogo se hrane uzgaja u polietilenskim plastenicima i na taj način izolirano od prirode.

Stoga bismo trebali biti oprezni kada rabimo riječ *zelen* (ekološki) kada se govori o bioplastici. On aludira na istraživanje koje je pokazalo kako bi 10 posto poljoprivrednih područja bilo potrebno u SAD-u da bismo samo jedan posto fosilnih goriva zamijenili biogorivima.

Čatić želi potpunu promjenu taktike i da se bioplastika naglašava isključivo kao zaseban segment plastike te opcija za određene namjene poput filma za malčiranje u poljoprivredi.

Može li se uistinu krivnja za svjetsku nestašicu hrane svaliti na bioplastiku? Treba li dama doista biti šokirana time što se neka kompanija i dalje koristi plastikom? Vjerojatno ne, ni u jednome od ta dva slučaja, ali to je ono što propagandu čini zabavnom. Nije li tako, Henry? Javite mi što mislite: [stevenp@sayers-publishing.com](mailto:stevenp@sayers-publishing.com)